

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09214051
PUBLICATION DATE : 15-08-97

after filing date

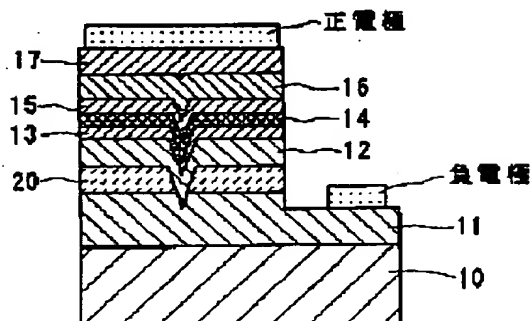
APPLICATION DATE : 29-01-96
APPLICATION NUMBER : 08012796

APPLICANT : NICHIA CHEM IND LTD;

INVENTOR : NAKAMURA SHUJI;

INT.CL. : H01S 3/18 H01L 33/00

TITLE : NITRIDE SEMICONDUCTOR LASER
DEVICE AND ITS FABRICATION
METHOD



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To oscillate a nitride semiconductor as a laser by growing the nitride semiconductor including a lasing active layer on a surface A of a sapphire substrate, and then cleaving the substrate along a surface R, and further forming a resonance surface for laser light on a cleaved surface of the active layer.

SOLUTION: A nitride semiconductor including a laser specification active layer 14 is grown on a surface A of a sapphire substrate 10, and then the sapphire substrate 10 is cleaved along a surface R of the sapphire substrate 10, and further a resonance surface for laser light is formed on a cleaved surface of the active layer 14 that is obtained simultaneously with the cleavage and cleaved along a different surface from the surface R of the substrate 10. The nitride semiconductor grown on the surface R is likely to be cleaved along a predetermined surface simultaneously with the cleavage of the sapphire owing to the property of orientation of the nitride semiconductor crystal once it is cleaved along the surface R. The cleaved surface of the nitride semiconductor layer cleaved along the predetermined surface is coincident with an end surface of the active layer 14 whereby there is formed a resonance surface of the end surface of the active layer 14 which is obtained by the cleavage and forms a substantially mirror surface.

COPYRIGHT: (C) JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-214051

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 33/00

技術表示箇所

C

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平8-12796

(22) 出願日

平成8年(1996)1月29日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 杉本 康宜

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 中村 修二

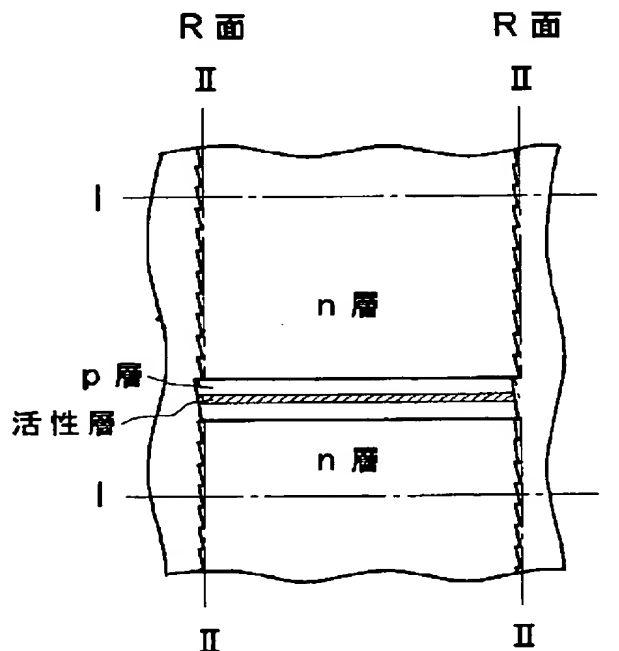
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 窒化物半導体レーザ素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 劈開により活性層の端面に共振面が形成された窒化物半導体レーザ素子と、該レーザ素子の新規な製造方法を提供することにより、窒化物半導体をレーザ発振させる。

【構成】 サファイア基板のA面にレーザ発振する活性層を有する窒化物半導体を成長させた後、前記基板をR面に沿って劈開し、その劈開と同時に得られ、基板のR面と異なる面で劈開された活性層の劈開面にレーザ光の共振面を作成することにより、活性層を含む窒化物半導体層は、基板と異なる方向で劈開され、しかも鏡面均一に劈開できるため、その窒化物半導体層を共振面とするレーザ発振が可能となる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ発振する活性層を備えた窒化物半導体がサファイア基板のA面上に成長されており、前記サファイア基板はR面で劈開されると共に、そそのR面と同一水平面でない活性層の劈開面が共振面とされていることを特徴とする窒化物半導体レーザ素子。

【請求項2】 前記共振面の幅は $20\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1に記載のレーザ素子。

【請求項3】 前記共振面は、窒化物半導体平面側から見てサファイア基板のR面方向に対し左右 $5^\circ \pm 4^\circ$ の範囲内にあることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のレーザ素子。

【請求項4】 サファイア基板のA面にレーザ発振する活性層を有する窒化物半導体を成長させた後、前記基板をR面に沿って劈開し、その劈開と同時に得られ、基板のR面と異なる面で劈開された活性層の劈開面にレーザ光の共振面を作成することを特徴とする窒化物半導体レーザ素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は窒化物半導体 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$)) よりなるレーザ素子及びその製造方法に係り、特に劈開により共振面が得られたレーザ素子と、その共振面の形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】LD、LED等の発光素子の材料として、ワイドバンドギャップ半導体の窒化物半導体 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$) が知られている。この半導体は通常サファイア基板の上にMOVPE (有機金属気相成長法)、MBE (分子線気相成長法) 等の気相成長法を用いて成長される。サファイアにはA面、C面、R面、M面等の面方位があるが、窒化物半導体はC面に専ら成長される。一般に、サファイア基板の上に成長された窒化物半導体ウェーハは、サファイア基板が劈開性を有していないため、他のGaAs、Si、GaP等の劈開性のある基板を有するウェーハに比べて、チップ状にするのが非常に難しいという問題がある。さらにサファイアはモース光度が9以上に硬い物質であるので、ダイサーで切断しても、切断面にチップの割れ、欠け等のいわゆるチッピングが多く発生し、切断面が平坦なチップを得ることは難しかった。

【0003】このような事情から、サファイアの上に成長された窒化物半導体層を切断して、その切断面に共振面を作製することは非常に難しい。レーザ素子の場合、活性層の光を内部で反射させる共振面を形成する必要がある、その共振面は凹凸が非常に少ない、いわば鏡面に近い平坦面を形成する必要がある。GaAs基板を用いた赤外、赤色レーザであれば、その共振面は基板の劈開性が利用された劈開面が利用される。しかしながら、前

2

記のようにサファイアC面を基板とする窒化物半導体ウェーハでは劈開性がないので、基板を劈開して共振面を形成することはほとんど不可能であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的とするところは、劈開により活性層の端面に共振面が形成された窒化物半導体レーザ素子と、該レーザ素子の新規な製造方法を提供することにある。

【0005】

10 【課題を解決するための手段】我々は窒化物半導体の成長面をA面とするサファイアのみ、R面に劈開性を有することを見出すと共に、R面で劈開するとA面に成長された窒化物半導体が特有の方向で劈開されることを新たに発見し、本発明を成すに至った。即ち、本発明の窒化物半導体レーザ素子は、レーザ発振する活性層を備えた窒化物半導体がサファイア基板のA面上に成長されており、前記サファイア基板はR面で劈開されると共に、そのR面と同一水平面でない活性層の劈開面が共振面とされていることを特徴とする。

20 【0006】本発明のレーザ素子では、前記共振面の幅は $20\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0007】また前記共振面は窒化物半導体平面側から見てサファイア基板のR面方向に対し左右 $5^\circ \pm 4^\circ$ の範囲内にあることを特徴とする。

30 【0008】さらに、本発明のレーザ素子の製造方法は、サファイア基板のA面にレーザ発振する活性層を有する窒化物半導体を成長させた後、前記基板をR面に沿って劈開し、その劈開と同時に得られ、基板のR面と異なる面で劈開された活性層の劈開面にレーザ光の共振面を作成することを特徴とする。

【0009】

【作用】図1にサファイア単結晶の面方位を示すユニットセル図を示す。サファイアは正確には菱面体構造を有しているが、この図に示すように六方晶系で近似できる。本発明の方法では、窒化物半導体はこの図の斜線部に示すようにサファイアのA面に成長させる。A面は面方位で示すと、例えば

【数1】

(1120)

40 と示すことができ、本発明ではこのA面の上に成長された窒化物半導体をR面で劈開する。図1に示すようにR面は面方位で示すと、例えば

【数2】

(1102)

と示すことができる。サファイアはA面を結晶成長面とし、このR面方位で劈開すると、所望の大きさで基板が劈開でき、鏡面に近いサファイアの劈開面を得ることができる。さらに基板を劈開する前に、基板の厚さを $150\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $100\mu\text{m}$ 以下に研磨して薄くすることにより、より容易に劈開できる。

50

3

【0010】以下、本発明のレーザ素子の作用を製造方法を主に説明する。本発明のレーザ素子では、レーザ発振する活性層を有する窒化物半導体層は、サファイアのA面の上に成長させる。A面の上に成長させることにより、窒化物半導体が劈開され易くなるように配向して結晶成長できる。次に、A面に窒化物半導体が結晶成長された基板をR面で劈開する。R面で劈開されたサファイア基板はその劈開性により鏡面状にまっすぐに割れる性質がある。一方、サファイアの上に成長された窒化物半導体は、サファイアと同じ六方晶系であるが、格子定数が異なるので、R面では劈開されない。しかしながら、A面に成長された窒化物半導体はR面で劈開すると、その窒化物半導体結晶の配向性により、サファイアの劈開と同時に一定の面で劈開されやすい傾向にある。その一定の面で劈開された窒化物半導体層の劈開面と、活性層の端面とが一致することにより、活性層の端面には劈開により得られた、鏡面に近い共振面を作製できる。これが本発明の作用である。

【0011】

【発明の実施の形態】図2は本発明の製造方法の一工程を説明する窒化物半導体ウェーハの平面図であり、この図はウェーハを半導体層側から見た図を示している。また、図3は図2のウェーハより切り出されたレーザ素子の形状を示す模式的な斜視図であり、これらの図は本発明を理解しやすくするために、電極ストライプ型のレーザ素子を示している。

【0012】サファイアのA面に成長される窒化物半導体層は、基本的に、光を閉じ込めるn型層と、そのn型層の上にレーザ発振する活性層と、その活性層の上に同じく光を閉じ込めるp型層が積層された構造を有する。電極ストライプ型のレーザ素子では、図に示すように、レーザの共振方向（図2ではI-I方向）に対して平行な方向にp型層と活性層とn型層の一部がエッチングされて、活性層を含む窒化物半導体層がストライプ形状を有している。

【0013】次に、A面上に成長されたウェーハをR面で劈開する。R面は図で示すII-II方向にあたり、R面で劈開するとp層窒化物半導体層はR面に沿って真っ直ぐに割れず、図2に示すように劈開面に無数の凹凸若しくはギザギザが発生する。その劈開面はストライプ幅が $20\mu\text{m}$ 以下であれば、この図に示すように、n層の劈開面の形状とは異なる形状で互いに斜めに劈開されやすい。しかも劈開面が互いに平行であるために、ストライプの中に活性層があれば、劈開面が活性層の共振面となる。ある程度の規則性を有して割れやすいストライプ幅は、 $20\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $10\mu\text{m}$ 以下である。つまり、活性層の共振面の幅が $20\mu\text{m}$ 以下であれば、互いに平行な好ましい共振面が得られやすい。図3はレーザ素子の形状を示しているが、この図に示すように、サファイアの劈開面（R面）と、活性層を有する

4

窒化物半導体の劈開面とが異なっており、レーザの共振面とする活性層の共振面は、R面とは同一水平面になく、ねじれの関係にある。

【0014】図4は図2と同じく本発明の製造方法の一工程を説明する窒化物半導体ウェーハの平面図であり、ウェーハを半導体層側から見た図を示している。また、図5は図4のウェーハの一部を拡大して示す図である。さらに、図6は図4から切り出されたレーザ素子の形状を示す模式的な斜視図である。なお、図3及び図6において、I-Iの方向で切り出されたチップの断面形状は、本発明と特に関係がないので直線で示している。

【0015】図4～図6は、いずれも活性層を有する窒化物半導体層をストライプ状にエッチングせず、例えば屈折率導波型のようなレーザ素子を作製した際の状態を示しているが、本発明はこのようなレーザ素子にでも適用できる。図4で示す斜線部は活性層の導波路領域を示しており、この領域は例えば、電流狭窄層、電流阻止層等を窒化物半導体層内に形成することにより作製できる。活性層はこの領域で発振する。図4に示すようにサファイア基板のA面の上に活性領域を有する窒化物半導体をR面（II-II）で劈開すると、図2と同様に劈開面の窒化物半導体層面に無数の凹凸若しくはギザギザが発生し、そのギザギザの傾斜面は互いに平行になりやすい傾向にある。互いに平行になる好ましい長さが、R面に対して平行な方向で $20\mu\text{m}$ 以下であり、その $20\mu\text{m}$ の範囲内に活性層の幅を納めれば、劈開面を共振面とできる。

【0016】我々の実験によると、窒化物半導体が劈開される角度は、図5に示すように、基板の劈開面、R面に対し、左右 θ_1 の方向から $\pm\theta_2$ の範囲に割れることが多い。つまりR面からそれぞれ左右 θ_1 を中心として $\pm\theta_2$ の範囲に窒化物半導体が劈開されることが多く、本発明のレーザ素子では θ_1 が 5° に相当し、 θ_2 が $\pm 4^\circ$ に相当する。この範囲内において互いに平行で鏡面に近い劈開面が得やすい。

【0017】しかも、その形状にはある程度の規則性があり、II-IIとII-IIとで劈開した面同士が互いに平行になる傾向にある。従って劈開面が互いに平行であるため、この平行面にストライプの活性層があれば、活性層の端面が共振面となる。なお、図6にレーザ素子の斜視図を示しているが、窒化物半導体は負電極を取り出すためにn層が露出するようにエッチングされているが、この図も図3と同様に正電極、負電極は特に図示していない。

【0018】以上のようにしてサファイア基板のA面に成長された窒化物半導体を有するウェーハを基板のR面に沿って劈開すると、基板と同時に劈開される活性層を有する窒化物半導体が、R面とは異なる方向で劈開される。しかもその窒化物半導体の劈開面が互いに平行となるので、レーザの共振面となりうる。なお、完全な共振

面を作製するために、この劈開面に常法に従って誘電体多層膜、金属薄膜のような反射鏡を後に形成してもよいことは云うまでもない。

【0019】【実施例1】図7は本発明の一実施例に係るレーザ素子の構造を示す模式的な断面図であり、素子をサファイアのR面で切断した際の図を示している。以下この図を基に実施例1について説明する。

【0020】結晶成長面をA面とする厚さ500 μ mのサファイア基板10をMOVPE装置の反応容器内に設置した後、原料ガスにTMG（トリメチルガリウム）と、アンモニアを用い、温度500 $^{\circ}$ Cで基板の表面にGa₂Nよりなるバッファ層を200オングストロームの膜厚で成長させた。このバッファ層は基板と窒化物半導体との格子不整合を緩和する作用があり、他にAlN、AlGa₂N等を成長させることも可能であるが、このバッファ層は特に図示していない。

【0021】続いて温度を1050 $^{\circ}$ Cに上げ、原料ガスにTMG、アンモニア、ドナー不純物としてSiH₄（シラン）ガスを用いて、SiドープGa₂Nよりなるn型コンタクト層11を4 μ mの膜厚で成長させた。n型コンタクト層はIn_xAl_yGa_{1-x-y}N（0 \leq X、0 \leq Y、X+Y \leq 1）で構成することができ、特にGa₂N、InGa₂N、その中でもSiをドープしたGa₂Nで構成することにより、キャリア濃度の高いn型層が得られ、また負電極と好ましいオーミック接触が得られるので、レーザ素子のしきい値電流を低下させることができる。

【0022】次に温度を1050 $^{\circ}$ Cに保持して、原料ガスにTMG、アンモニア、不純物ガスにCp2Mgを用い、Mgドープp型Ga₂Nよりなる電流阻止層20を0.5 μ mの膜厚で成長させた。この電流阻止層は後に、活性層に電流を集中させて導波路を作製する作用がある。

【0023】電流阻止層20を成長後、ウェーハを反応容器から取り出し、電流阻止層20を図7に示すように、n型コンタクト層11に達する深さでV溝状にメサエッチした。V溝の幅は5 μ mとして、電流阻止層20の表面にストライプ状に深さ2.5 μ mで形成した。

【0024】次に再度ウェーハを反応容器に移送し、温度を750 $^{\circ}$ Cにして、原料ガスにTMG、TMI（トリメチルインジウム）、アンモニア、不純物ガスにシランガスを用い、SiドープIn_{0.1}Ga_{0.9}Nよりなるクラック防止層を500オングストロームの膜厚で成長させた。このクラック防止層は特に図示していないが、Inを含むn型の窒化物半導体、好ましくはInGa₂Nで成長させることにより、次に成長させるAlを含む窒化物半導体よりなるn型光閉じこめ層12を厚膜で成長させることが可能となる。LDの場合は、光閉じ込め層、光ガイド層となる層を、例えば0.1 μ m以上の膜厚で成長させる必要がある。従来ではGa₂N、AlGa₂N層の上に直接厚膜のAlGa₂Nを成長させると、後から成長

させたAlGa₂Nにクラックが入るので素子作製が困難であったが、このクラック防止層が次に成長させる光閉じこめ層にクラックが入るのを防止することができる。しかも次に成長させる光閉じこめ層3を厚膜で成長させても膜質良く成長できる。なおこのクラック防止層は100オングストローム以上、0.5 μ m以下の膜厚で成長させることが好ましい。100オングストロームよりも薄いと前記のようにクラック防止として作用しにくく、0.5 μ mよりも厚いと、結晶自体が黒変する傾向にある。なお、このクラック防止層は成長方法、成長装置によっては省略することもできる。

【0025】次に、原料ガスにTEG、TMA（トリメチルアルミニウム）、アンモニア、不純物ガスにシランガスを用いて、Siドープn型Al_{0.3}Ga_{0.7}Nよりなるn型光閉じこめ層12を0.5 μ mの膜厚で成長させた。n型光閉じこめ層12はAlを含むn型の窒化物半導体で構成し、好ましくは二元混晶あるいは三元混晶のAl_yGa_{1-y}N（0 \leq Y \leq 1）とすることにより、結晶性の良いものが得られ、また活性層との屈折率差を大きくしてレーザ光の縦モードの閉じ込めに有効である。この層は通常0.1 μ m \sim 1 μ mの膜厚で成長させることが望ましい。0.1 μ mよりも薄いと光閉じ込め層として作用しにくく、1 μ mよりも厚いと、結晶中にクラックが入りやすくなり素子作成が困難となる傾向にある。

【0026】続いて、原料ガスにTMG、アンモニア、不純物ガスにシランガスを用い、Siドープn型Ga₂Nよりなるn型光ガイド層13を500オングストロームの膜厚で成長させた。n型光ガイド層13は、Inを含むn型の窒化物半導体若しくはn型Ga₂Nで構成し、好ましくは三元混晶若しくは二元混晶のIn_xGa_{1-x}N（0 \leq X \leq 1）とする。この層は通常100オングストローム \sim 1 μ mの膜厚で成長させることが望ましく、特にInGa₂N、Ga₂Nとすることにより次の活性層を量子井戸構造とすることが容易に可能になる。

【0027】次に原料ガスにTMG、TMI、アンモニアを用いて活性層14を成長させた。活性層は温度を750 $^{\circ}$ Cに保持して、まずノンドープIn_{0.2}Ga_{0.8}Nよりなる井戸層を25オングストロームの膜厚で成長させる。次にTMIのモル比を変化させるのみで同一温度で、ノンドープIn_{0.01}Ga_{0.99}Nよりなる障壁層を50オングストロームの膜厚で成長させる。この操作を13回繰り返す、最後に井戸層を成長させ総膜厚0.1 μ mの膜厚の多重量子井戸構造よりなる活性層14を成長させた。

【0028】活性層14成長後、温度を1050 $^{\circ}$ CにしてTMG、TMA、アンモニア、アクセプター不純物源としてCp2Mg（シクロペンタジエニルマグネシウム）を用い、Mgドープp型Al_{0.2}Ga_{0.8}Nよりなるp型キャップ層を100オングストロームの膜厚で成長させた。このp型キャップ層も特に図示していないが、

1 μm 以下、さらに好ましくは10オングストローム以上、0.1 μm 以下の膜厚で成長させることにより、InGa_yNよりなる活性層が分解するのを防止するキャップ層としての作用があり、また活性層の上にAlを含むp型窒化物半導体よりなるp型キャップ層を成長させることにより、発光出力が格段に向上する。逆に活性層に接するp層をGa_{1-y}Nとすると素子の出力が約1/3に低下してしまう。これはAlGa_{1-y}NがGa_{1-y}Nに比べてp型になりやすく、またp型キャップ層成長時に、InGa_yNが分解するのを抑える作用があるためと推察されるが、詳しいことは不明である。このp型キャップ層の膜厚は1 μm よりも厚いと、層自体にクラックが入りやすくなり素子作製が困難となる傾向にある。なおこのp型キャップ層も省略可能である。

【0029】次に温度を1050℃に保持しながら、TMG、アンモニア、Cp2Mgを用いMgドープp型Ga_{1-y}Nよりなるp型光ガイド層15を500オングストロームの膜厚で成長させた。このp型光ガイド層15は、Inを含む窒化物半導体若しくはGa_{1-y}Nで構成し、好ましくは二元混晶または三元混晶のIn_yGa_{1-y}N (0<Y≤1)を成長させる。光ガイド層は、通常100オングストローム〜1 μm の膜厚で成長させることが望ましく、特にInGa_yN、Ga_{1-y}Nとすることにより、次のp型光閉じこめ層を結晶性良く成長できる。

【0030】続いて、TMG、TMA、アンモニア、Cp2Mgを用いてMgドープAl_{1-x}Ga_{1-x-y}Nよりなるp型光閉じこめ層16を0.5 μm の膜厚で成長させた。このp型光閉じこめ層16は、Alを含むp型の窒化物半導体で構成し、好ましくは二元混晶または三元混晶のAl_{1-x}Ga_{1-x-y}N (0<Y≤1)とすることにより結晶性の良いものが得られる。p型光閉じこめ層はn型光閉じこめ層と同じく、0.1 μm 〜1 μm の膜厚で成長させることが望ましく、AlGa_{1-y}NのようなAlを含むp型窒化物半導体とすることにより、活性層との屈折率差を大きくして光閉じこめ層として有効に作用する。

【0031】続いて、TMG、アンモニア、Cp2Mgを用い、Mgドープp型Ga_{1-y}Nよりなるp型コンタクト層17を0.5 μm の膜厚で成長させた。p型コンタクト層17はp型In_xAl_{1-x}Ga_{1-x-y}N (0≤X, 0≤Y, X+Y≤1)で構成することができ、特にInGa_{1-y}N、Ga_{1-y}N、その中でもMgをドープしたp型Ga_{1-y}Nとすると、最もキャリア濃度の高いp型層が得られて、正電極と良好なオーミック接触が得られ、しきい値電流を低下させることができる。なお以上説明したn型層の一般式Al_xGa_{1-x}N、p型層のAl_{1-x}Ga_{1-x-y}N等の組成比X値は単に一般式を示しているに過ぎず、n型層のXとp型層のXとが同一の値を示すものではない。また同様に他の一般式において使用するY値も同一の一般式が同一の値を示すものではない。

【0032】以上のようにして窒化物半導体を積層した

ウェーハを反応容器から取り出し、反応性イオンエッチング(RIE)装置にて、最上層のp型コンタクト層から選択エッチを行い、負電極を形成すべきn型コンタクト層11の平面を露出させた。次に最上層のp型コンタクト層17のほぼ全面に正電極を形成し、露出させたn型コンタクト層にはストライプ状の負電極を形成した。

【0033】電極形成後、ウェーハを研磨装置に移送し、サファイア基板を80 μm の厚さになるまで研磨して薄くした後、サファイア基板面のR面に相当する窒化物半導体層側に傷を付け、外力により基板を劈開して、劈開面が露出した半導体バーを作製した。この操作により、この操作により、サファイア基板はR面で劈開されたが、窒化物半導体層の劈開面は基板のR面とは異なるねじれの位置にある面で劈開されていた。しかし窒化物半導体層の劈開面において、n型光閉じこめ層、活性層、及びp型光閉じこめ層が含まれているV溝の劈開面は鏡面であり、劈開面と劈開面とが平行であった。

【0034】以上のようにして得られた半導体バーの劈開面に誘電体多層膜よりなる反射鏡をスパッタリング装置を用いて形成した後、R面に対して垂直な位置でダイシングによりバーを切断して500 μm 角のレーザチップとした。このレーザチップをヒートシンクに設置し、常温でパルス発振させたところ、しきい値電流密度2 kA/cm²で410 nmのレーザ発振を示した。

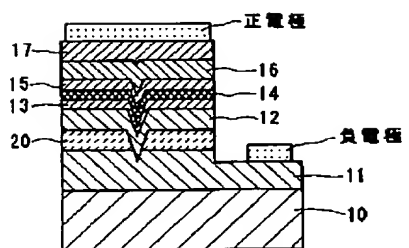
【0035】[実施例2] 実施例1において、電流阻止層20を成長させないで、バッファ層〜p型コンタクト層17までの窒化物半導体を、サファイア基板のA面に成長させた。

【0036】次にこのウェーハを実施例1と同様に、p型コンタクト層17側からR面に垂直な方向でエッチングを行い、電極を形成すべきn型コンタクト層11の表面を露出させるのであるが、図2および図3に示すように活性層を含む窒化物半導体層のストライプ幅が10 μm となるようにエッチングし、電極ストライプ型とした。後は、ストライプに平行な方向でそれぞれ正電極と負電極とを形成した。

【0037】電極形成後、ウェーハを実施例1と同様にして、ストライプに直交する方向、つまり基板のR面に沿って劈開し、半導体バーを作製した。劈開の結果、基板はR面で劈開されたが、活性層を有する10 μm のストライプ幅の窒化物半導体層はR面からおおよそ3°の方向でずれた面で劈開され、窒化物半導体の劈開面と劈開面とが互いに平行な鏡面に近い共振面が作製できた。

【0038】後はこのバーの劈開面に誘電体多層膜よりなる反射鏡をプラズマCVD装置を用いて形成した後、電極に平行な位置でチップをダイシングにより切断してレーザチップとした。このレーザチップをヒートシンクに設置し、常温でパルス発振させたところ、しきい値電流密度2.5 kA/cm²で410 nmのレーザ発振を示した。

【図7】



YAL & Associates Ltd.1
^ 3

【0039】[実施例3] p型コンタクト層からエッチングするストライプの幅を $20\mu\text{m}$ とする他は実施例2と同様にして、バーを作製したところ、活性層を有するストライプ状の窒化物半導体層の劈開面はR面からおよそ 8° の方向でずれた面が劈開されていた。このバーを同様にしてレーザチップとしたところ、しきい値電流密度 3 k A/cm^2 で同じくレーザ発振した。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように本発明によると、共振面が劈開によって形成された窒化物半導体よりなるレーザ素子が作製できる。一方、エッチング、研磨等の手段で共振面を形成すると共振面に凹凸ができやすくなるので、しきい値電流が高くなるが、本発明では鏡面に近い面が得られるため、しきい値を低下させることもできる。このように窒化物半導体で共振面が作製できたことは、窒化物半導体レーザ素子を実用化する上で非常に有意義である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 サファイア単結晶の面方位を示すユニットセル図。

【図2】 本発明の方法の一工程を説明する窒化物半導

体ウェーハの平面図。

【図3】 図2のウェーハより切り出されたレーザ素子の形状を示す模式的な斜視図。

【図4】 本発明の方法の一工程を説明する窒化物半導体ウェーハの平面図。

【図5】 図4のウェーハの一部を拡大して示す平面図。

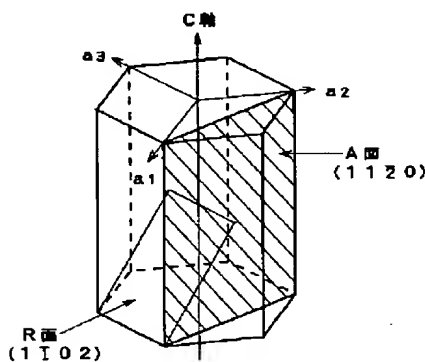
【図6】 図4のウェーハより切り出されたレーザ素子の形状を示す模式的な斜視図。

10 【図7】 本発明の一実施例に係るレーザ素子の構造を示す模式断面図。

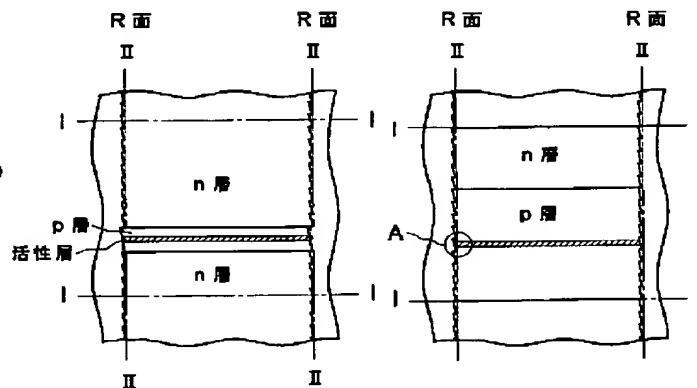
【符号の説明】

- 10・・・サファイア基板
- 11・・・n型コンタクト層
- 20・・・p型電流阻止層
- 12・・・n型光閉じ込め層
- 13・・・n型光ガイド層
- 14・・・活性層
- 15・・・p型光ガイド層
- 20 16・・・p型光閉じ込め層
- 17・・・p型コンタクト層

【図1】

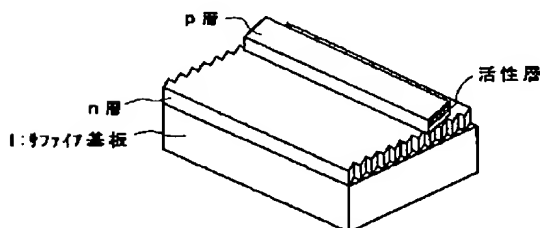


【図2】

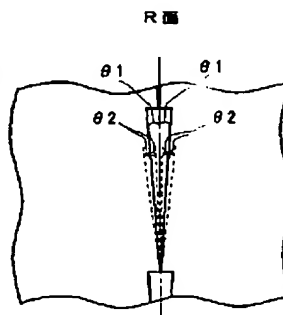


【図4】

【図3】



【図5】



【図6】

